

Offre de thèse pour un CDD doctorant

Début : à partir de septembre 2023

Etude de la calcination des boues papetières et valorisation des cendres obtenues dans les matériaux de construction

Informations générales :

Lieu de travail : IJL, Nancy (~ 50%) et ICube, Strasbourg (~ 50%)

Type de contrat : Financement sur Contrat ADEME

Durée de contrat : 36 mois

Date d'embauche prévue : septembre 2023

Quotité de travail : Temps complet

Rémunération : 2300€ brut

Mots clés :

Boues papetières, calcination, Cendres papetières, caractérisation physico-chimique des matériaux cimentaires, valorisation, propriétés mécaniques

Contexte

La production de papier recyclé génère un déchet sous forme de boues papetières, en quantité aussi importante que la quantité de papier recyclé elle-même. En France, 76 400 Tonnes de boues sèches sont produites par an par le groupe Essity (596 kt en Europe et 930 kt dans le monde). Suivant les pays, ces boues papetières peuvent être mises en décharge (interdit dans la majorité des pays), être utilisées en épandage agricole (encore autorisé dans certains pays / conditions strictes), être séchées pour servir de litière aux animaux en élevage industriel (autorisé dans certains pays), partir en usine d'incinération des déchets, partir chez des industriels de la terre cuite ou céramique (briques ou tuiles) ou partir chez des cimentiers (comme combustible ou matière première). Toutes ces utilisations sont limitées et sont confrontées à des réglementations de plus en plus strictes. Ainsi pour diminuer le volume de ces boues souvent mises en décharge, certains procédés de transformation ont été mis en place. Actuellement l'entreprise Essity teste une unité de calcination proposée par l'entreprise TORFTECH qui permet de calciner à flux continu les boues papetières générées. Le procédé de production du papier recyclé, en test actuellement, est présenté sur la figure1. A la sortie du calcinateur un minéral blanc, très fin, est obtenu ; il est composé principalement de chaux et de carbonate de calcium.

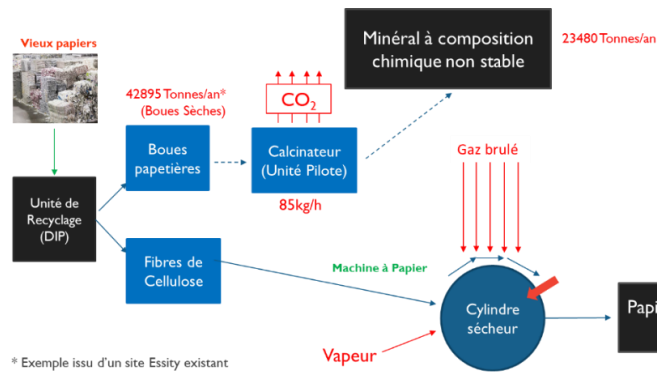


Figure1. Schéma de principe de production du papier recyclé chez Essity

Les résultats ont montré que ce procédé produit un résidu de calcination instable chimiquement.

La thèse de doctorat s'inscrit dans le cadre d'un projet ADEME, nommé CalBouVal. L'objectif de ce projet est de faire en sorte que le papier recyclé devienne une solution pérenne dans l'économie circulaire. En effet, le minéral brut obtenu à l'issue de la calcination sera valorisé à l'état brut dans les liants hydrauliques routiers, soit carbonaté par captation du CO_2 dégagé lors de la calcination et ainsi valorisé sous forme de fillers calcaire dans le béton. La valorisation de ces résidus dans l'industrie cimentaire permettrait de conforter la place du recyclage de papier dans l'économie circulaire et répondre à la stratégie de décarbonation de l'industrie par une meilleure gestion des déchets et une réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Objectifs de la thèse

L'objectif de la thèse est d'optimiser le procédé de calcination des boues papetières afin d'obtenir un minéral stable et valorisable dans les matériaux cimentaires. Il s'agit dans un premier temps d'analyser l'influence des paramètres calcination sur les propriétés physiques et chimiques des cendres obtenues et d'étudier la stabilisation de ces matériaux par carbonatation. Puis, à partir d'une composition optimale et stable, étudier la valorisation des cendres papetières en substitution du clinker dans les liants hydrauliques routiers (LHR) ou comme fillers calcaire dans les bétons. Le sujet de thèse permettra de répondre aux questions suivantes :

Quels sont les paramètres optimaux de calcination des boues papetières pour l'obtention d'un minéral stable et valorisable dans le génie civil ?

Comment peut-on stabiliser le minéral à la sortie du calcinateur ? Quels sont les paramètres de carbonatation pour l'obtention d'un minéral type fillers calcaire ?

Quelles sont les possibilités de valorisation de ces 2 matériaux (brut et carbonaté) dans le domaine du génie civil ?

La thèse se déroulera suivant différentes étapes :

1. Etude bibliographique sur la calcination, les caractéristiques des boues papetières, la valorisation de co-produits industriels dans les matériaux de construction et plus particulièrement les cendres de papier. Etude des normes en vigueur associées aux différentes voies de valorisation du minéral.

2. Caractérisation physique et chimique complète des cendres de papier selon les différents paramètres de calcination. Une unité de calcination pilote sera installée par Essity sur son site de Hondouville. Une interaction forte entre Essity et le laboratoire pour proposer des solutions

compatibles avec le pilote et ainsi adapter les paramètres de procédé pour obtenir le minéral souhaité.

3. Etude de la carbonatation des cendres

4. Formulation et optimisation de matériaux de construction à base des cendres papetières

5. Analyse des propriétés chimiques, physiques et mécaniques des matériaux formulés et la faisabilité de l'incorporation des cendres de papier selon les normes.

Profil du doctorant

Le candidat recherché aura les compétences en science des matériaux notamment les matériaux du Génie Civil (mortier, béton...) ainsi que leurs comportements mécaniques.

Des connaissances en technique d'analyse microscopique seraient un plus.

Bonne maîtrise de l'anglais lu et parlé indispensable.

Contraintes et risques

Le poste sur lequel vous candidatez se situe dans un secteur relevant de la protection du potentiel scientifique et technique et nécessite donc, conformément à la réglementation, que votre arrivé soit autorisée par l'autorité compétente du MESR.

Contexte de travail

La thèse se déroulera sur 2 sites : au sein de l'équipe « Matériaux pour le Génie Civil » de l'Institut Jean Lamour à Nancy (~ 50%) et au sein de l'équipe « Génie Civil et énergétique » du laboratoire ICube à Strasbourg (~ 50%). Le/la candidat/e sera sous l'encadrement du Pr Cécile DILIBERTO (directrice) et du Dr Essia BELHAJ (co-directrice). Des déplacements ponctuels seront prévus sur les 2 sites.

A propos de l'Institut Jean Lamour et du laboratoire ICube

L'Institut Jean Lamour (IJL) est une unité mixte de recherche du CNRS et de l'université de Lorraine. Il est rattaché à l'Institut de Chimie du CNRS. Spécialisé en science et ingénierie des matériaux et des procédés, il couvre les champs suivants : matériaux, métallurgie, plasmas, surfaces, nanomatériaux, électronique.

L'IJL compte 183 chercheurs/enseignants, 91 ingénieurs/techniciens/personnel administratif, 150 doctorants et 25 boursiers post-doctoraux. Ses plateformes instrumentales sont réparties sur 4 sites, le principal étant situé sur le campus ARTEM à Nancy. L'équipe d'accueil est située à l'IUT à Villers-lès-Nancy, à moins de 3 km du campus Artem. Elle mettra à disposition tous les équipements nécessaires au travail du/de la candidat/e, les équipements mi-lourds (DRX, MEB, MET) étant disponibles sur le campus Artem.

Le laboratoire ICube, laboratoire des sciences de l'Ingénieur, de l'Informatique et de l'Imagerie (UMR7357) a été créé en 2013 sous l'égide du CNRS, de l'Université de Strasbourg, de l'ENGEES et de l'INSA de Strasbourg. Le laboratoire rassemble 650 membres répartis sur 14 équipes de recherche.

L'équipe de recherche en Génie Civil et Energétique (GC-E) du laboratoire ICube comprend trois axes thématiques : I) Matériaux, II) Energétique et III) Ouvrages et parasismique. L'offre

de thèse concerne l'axe Matériaux qui s'intéresse aux matériaux du BTP et à leurs interactions avec l'environnement, dans une approche principalement expérimentale. Les activités de recherche dans l'axe Matériaux ont pour but de formuler et d'étudier des matériaux cimentaires dans une démarche de réduction des impacts environnementaux au travers de l'emploi de composants biosourcés ou de l'incorporation de co-produits industriels et/ou des déchets du bâtiment.

Modalités de candidature

Les candidatures (CV et lettre de motivation) doivent être adressées par mail avant le 12 mai 2023 à :

- Pr Cécile Diliberto : cecile.diliberto@univ-lorraine.fr
- Dr Essia Belhaj : essia.belhaj@insa-strasbourg.fr